

Ueber das
**Verhalten einiger pathogenen
Mikroorganismen im Wasser.**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doctors der Medicin

verfasst und mit Bewilligung
Einer hochverordneten Medicinischen Facultät der Kaiser-
lichen Universität zu Jurjew

zur öffentlichen Vertheidigung bestimmt

von

N. Bobrow.

Ordentliche Opponenten:
Prosector Dr. V. Schmidt. — Prof. Dr. W. Tschish. — Prof. Dr. B. Körber.

Jurjew.

Druck von K. A. Hermann's Buch- und Accidenzdruckerei.
1893.

Печатано съ разрѣшенія Медицинскаго Факультета Императорскаго
Юрьевскаго Университета.

Референтъ : Профессоръ Д-ръ Б. Керберъ.

Юрьевъ, 11-го Мая 1893 г.

№ 442.

Деканъ : С. Васильевъ.

MEINEN THEUREN ELTERN
IN LIEBE UND DANKBARKEIT

GEWIDMET.

Σ 118464

Ich ergreife mit Freuden an dieser Stelle die Gelegenheit allen meinen hochverehrten Lehrern an der Alma Mater Dorpatensis für die mir zu Theil gewordene akademische Ausbildung meinen tiefempfundenen Dank auszusprechen.

Insbesondere gilt derselbe Herrn Professor Dr. B. K ö r b e r, auf dessen Initiative diese Arbeit entstanden ist und der mir bei der Abfassung derselben mit Rath und That zur Seite stand.

I.

Brouardell sprach sich beim letzten Hygienischen Congress in Wien dahin aus, dass $\frac{9}{10}$ aller Typhusepidemien dem Trinkwasser zuzuschreiben sei. Auch lehrt uns die alltägliche Erfahrung, dass das Trink- und Nutzwasser eine der hauptsächlichsten Quellen bei der Verbreitung der Cholera- und Typhusepidemien ist. Die Versuche, welche den Zweck hatten zu ermitteln, wie sich die Cholera- und Typhuserreger im Brunnen- und Flusswasser bei verschiedenen Temperaturen verhalten, erlauben uns den Schluss zu ziehen, dass die genannten pathogenen Arten, auch wenn sie keine Vermehrung im Wasser erleiden, sich doch eine genügend lange Zeit (auch bei niedrigeren Temperaturen) im Wasser erhalten um eine Infection hervorzurufen. Einen schlagenden Beweis für die Infection mit Cholera und Typhus durch das Trink- und Nutzwasser liefert uns das Auffinden der Cholera- und Typhuserreger im Wasser:

Mörs ¹⁾ war der erste, welcher Typhusbacillen in einem durch Jauche verunreinigten Brunnen nachgewiesen hat. Auf dem Hofe, wo dieser Brunnen sich befand, waren vom Herbst 1884 bis Mai 1885 15 Typhusfälle vorgekommen. Der Brunnen wurde Ende Mai untersucht und in vier Wasserproben konnte man Typhusbacillen nachweisen.

1) citat. bei Kubel-Tiemann-Gärtner. Untersuchung d. Wassers 1889.

*Michael*¹⁾ fand in ziemlich reinem Brunnenwasser während einer Typhusepidemie (im December 1885) 12 Typhuskeime pro cem.

Dreyfus-Brisac u. *Widal*²⁾ beschreiben einen Fall, wo in einer Familie von 7 Personen fünf an Typhus erkrankten. Es wurde constatirt, dass die Infection durch den Genuss von Wasser aus einem Brunnen, welcher sich an einer Stelle befand, wo Typhus seit einigen Monaten herrschte, zu Stande gekommen war. Die bacteriologische Untersuchung ergab im Brunnenwasser Typhusbacillen.

Ferner wurden von *Chantemesse* u. *Widal*³⁾ in Pierrefonds Typhusbacillen am 13. October (1886) in einem Brunnen gefunden. In den Monaten August und September waren die meisten Erkrankungen vorgekommen.

Brouardell u. *Chantemesse*⁴⁾ fanden Typhusbacillen im Reservoir eines Hauses zu Clermont-Ferrand, wo eine Typhusepidemie vom September bis Decemb. (1886) herrschte.

*Beumer*⁵⁾ fand Typhusbacillen in einem Brunnen zu Greifswald.

*Thoinot*⁶⁾ beschreibt eine Typhusepidemie im Lyceum zu Quimper, welche nur Interne, die vom Wasser des Lyceums getrunken hatten, befiel. In diesem Wasser, welches aus einer Cisterne, die leicht verunreinigt werden konnte, stammte, wurden von *Roux* Typhusbacillen nachgewiesen.

1) l. c.

2) l. c.

3) Centralblatt für Bacteriologie u. Parasitenk. Bd I Nr. 23. 1886.

4) l. c. Bd. III. Nr. 5. 1885.

5) l. c. Bd. II. Nr. 10. 1887.

6) l. c. Bd. II. Nr. 2/3. 1887.

Vaughans u. *Fr. Nory*¹⁾ fanden Typhusbacillen im Flachbrunnen-Wasser zu Iron Mountain (Michigan) während einer Typhusepidemie.

*Hemijean*²⁾ gelang es Typhusbacillen im Trinkwasser noch 10 Tage nach dem Auftreten des letzten Typhusfalles nachzuweisen.

Martinotti u. *Barbacci*³⁾ haben das Trinkwasser, welches eine Typhusepidemie in einer kleinen Gemeinde der Provinz Modena hervorgebracht hat, bacteriologisch untersucht. Sie fanden neben zahlreichen Wasserbakterien unzweifelhafte Typhusbacillen.

*Vaillard*⁴⁾ giebt folgende Fälle an, wo er Typhusbacillen gefunden hat.

Im März 1889 trat eine Typhusepidemie in einer Cavallerie Kaserne zu Melun ein. Von mehreren Trinkwasserproben, welche ihm zugeschickt wurden, enthielt nur eine Typhusbacillen. Diese Probe stammte gerade aus dem Wasser, welches eine Schwadron getrunken hatte, unter welcher die Epidemie sich verbreitete.

Eine weitere Epidemie (im September 1888) herrschte in einer Compagnie in Cherbourg. Das Trinkwasser, welches von dieser Compagnie benutzt wurde, enthielt Typhusbacillen.

Im Mai 1888 wüthete eine Epidemie in Miranda. Von den untersuchten Wasserproben enthielt eine Typhusbacillen, welche von den Dejectionen einer im April an Typhus erkrankten Frau herstammten.

1) Supplement zur Deutschen Vierteljahrschrift u. s. w. Bd. XXI. 1888.

2) l. c. Bd. XXII. 1889.

3) l. c.

4) l. c.

Im November 1888 brach plötzlich eine Typhusepidemie in Bourgen-Bresse aus. Es stellte sich heraus, dass diejenigen erkrankten, welche das Wasser der municipalen Leitung von Lent getrunken hatten. Bei der bacteriologischen Untersuchung dieses Wassers fand man Typhusbacillen in demselben.

*Jäger*¹⁾ beschreibt eine localisirte Typhusepidemie in Wiblingen. Die an Typhus Erkrankten benutzten vorher aus Pumpbrunnen entnommenes Wasser; in einem Brunnen fanden sich Typhusbacillen.

Die Buda-Pester Typhusepidemie beschrieb *Fodor*²⁾. Die Epidemie trat plötzlich auf, liess nach einiger Zeit nach, um darauf wieder stark auszubrechen. Im Wasser fand man fünf mal Typhusbacillen. Quelle der Infection war die aus undichten Closets des Krankenhauses in die Wasserleitung durchgedrungene Abtrittsjauche.

Brouardell u. *Thoinot*³⁾ beschreiben die Typhusepidemie, welche 1890 in Trouville und Villerville herrschte. Das Brunnen- wie auch das Leitungswasser wurde durch Entleerungen eines Typhuskranken inficirt. Im Leitungswasser wurden Typhusbacillen nachgewiesen.

*Bardach*⁴⁾ wies nach Typhusbacillen in 12 Wasserproben (es wurden im ganzen 24 an verschiedenen Stellen entnommene Proben untersucht) der Odessaer Wasserleitung, nachdem das Wasser durch die Filter schon durchgegangen war.

1) Zeitschr. für Hygiene. Bd. X. 1891.

2) Centralbl. für Bacteriol. u. Parasitenkunde. Bd. XI. Nr. 4. 1891.

3) Supplement zur Deutsch. Vierteljahrsch. u. s. w. Bd. XXIV. 1891.

4) citirt nach Kubasow (Кубасовъ) Вѣстникъ общест. Гигиены и практической Медицины. Августъ 1891.

Die Cholerabacillen wurden weniger häufig im Wasser angetroffen als die Typhusbacillen.

*Koch*¹⁾ hat nachgewiesen (1884) Cholerabacillen im Wasser eines Weihers (Tank) zu Saheb-Bagan in Calcutta, wo eine Choleraepidemie gerade herrschte. Diese Kommabacillen der Cholera blieben 14 Tage (vielleicht noch länger) im Wasser lebensfähig (von 8. bis 23. Februar). Das Wasser des Weihers diente den Anwohnern zum Hausgebrauch, zum Trinken und zu den heiligen Waschungen, welche den Muhamedanern vorgeschrieben sind.

Nicati u. *Rietsch*²⁾ fanden, während einer Choleraepidemie in Marseille, Cholerabacillen im Wasser des sogenannten alten Hafens

*Guarch*³⁾ beschrieb eine Choleraepidemie in Montevideo, wo im Januar 1887 binnen vier Tagen 140 Soldaten erkrankten. Es wurde die Wasserkufe, die das Trinkwasser enthielt, untersucht und darin Kommabacillen der Cholera nachgewiesen. Nachdem der Gebrauch dieses Wassers verboten worden war und nur gekochtes Trinkwasser benutzt wurde, erlosch die Epidemie.

*Pasquale*⁴⁾ fand Cholerabacillen während der Cholera in Massuah im Wasser zweier Brunnen. Die, welche das Wasser dieser Brunnen getrunken hatten, erkrankten an der Cholera sehr bald. Einige Monate vor der Constatirung der Infection des Brunnenwassers kamen zahlreiche Cholerafälle in Massuah vor.

1) Bericht über die Thätigkeit der zur Erforschung der Cholera u. s. w. 1887.

2) citirt nach Kubel-Tiemann-Gärtner. 1889.

3) Supplement zur Deutsch. Vierteljahrsch. u. s. w. Bd. XXI. 1888.

4) Hygienische Rundschau. Nr. 7. 1892.

Lubarsch ¹⁾ hat Cholera bacillen im Kielwasser (Bilgewater) eines Elbeschiffes nachgewiesen (in Boizenburg), welcher von Hamburg ausgegangen war. Nach seiner Meinung stammten diese Bacillen aus dem Hamburger Elbewasser, welches in das Kielwasser gelangt war.

Ferner fand *Wallich* ²⁾ im Brunnenwasser in Altona Kommabacillen der Cholera, welche Veranlassung zu einer begrenzten Choleraepidemie gegeben hatten.

C. Fraenkel ³⁾ hat in Duisburg am Rhein Cholera bacillen nachgewiesen in einem Wasser, welches durch die Excremente eines Cholera kranken verunreinigt worden war.

Endlich wurden Cholera bacillen im Leitungswasser in Nietleben und im Saalewasser bei Trotha ⁴⁾ nachgewiesen.

Die Ursache, warum der Nachweis dieser Krankheits-erreger im Wasser so selten gelangen, liegt

- 1) darin, dass die bacteriologische Untersuchung meistens dann vorgenommen wurde, wenn diese Erreger schon aus dem Wasser verschwunden waren, und
- 2) liegt sie in der Schwierigkeit, mit welcher das Auffinden dieser Arten verbunden ist.

«Künftighin aber, sagt *Flügge* ⁵⁾, wird vermuthlich der Nachweis für Cholera bacillen häufiger gelingen, da unsere

Methoden zur Wasseruntersuchung vervollkommen sind. Während man früher nur wenige Tropfen des Wassers in Untersuchung nahm, werden jetzt mehrere Kolben mit je 100 cem. des untersuchenden Wassers mit soviel concentrirtem alkalischen Peptonwasser gemischt, dass eine Peptonlösung von etwa 1% entsteht, und nachdem diese 10 Stunden bei 37° verweilt hat, werden von der Oberfläche der Flüssigkeit Proben auf Gelatineplatten oder Agar gebracht. Selbst wenn nur wenige Kommabacillen in einem Liter Wasser vorhanden sind, können sie mittels dieser Methode noch herausgezüchtet werden.»

1) Deutsche Medic. Wochenschrift. Nr. 43. 1892.

2) Deutsche Medic. Wochenschrift Nr. 10. 1893.

3) l. c. Nr. 41. 1892.

4) citirt nach *Flügge*.

5) Die Verbreitungsweise und Verhütung der Cholera auf Grund der neueren epidemiologischen Erfahrungen und experimentellen Forschungen. Separat-Abdruck 1893.

II.

Ueber das Verhalten pathogener Bacterien im Wasser sind viele Versuche angestellt worden.

Wollfhügel u. Riedel ¹⁾ stellten mit Milzbrand, Typhusbacillen und Cholera-bacillen Versuche an. Zu diesen Versuchen benutzten sie das Wasser aus einem stark verunreinigten Bache (der Panke), dann Leitungswasser und Brunnenwasser. Um die suspendirten Bestandtheile des Wassers, welche als Nährboden für die Mikroorganismen dienen konnten, fortzuschaffen, filtrirten sie das Wasser und stellten vergleichende Versuche mit dem filtrirten wie auch mit dem unfiltrirten Wasser an.

I. Versuche mit den Typhusbacillen.

Das Wasser, welches zu diesen Versuchen diente, wurde vorher sterilisirt, um die Concurrenz der Wasserbacterien wegzuschaffen. Das mit den Typhusbacillen inficirte Versuchswasser hielten sie bei 16°–35°. Die Resultate dieser Untersuchungen waren folgende:

«Die Typhusbacillen gehen in dem keimfrei gemachten, verunreinigten Flusswasser, auch wenn dasselbe durch Zu-

satz von destillirtem Wasser stark (90%) verdünnt wird, nicht zu Grunde, vielmehr vermehren sie sich bei günstigen Temperaturbedingungen (bei 16° C. u. darüber) und bleiben bei niedriger Temperatur (8° C.) wenigstens lebensfähig.»

Im Wasser, welches zum Trinken und Hausgebrauch verwendet wird, d. h. im Brunnen- und Leitungswasser erhalten die Typhusbacillen ihre Lebensfähigkeit eine längere Zeit als in dem verunreinigten Flusswasser; in zwei Fällen fand sogar eine Vermehrung der eingeführten Bacillen statt. Im destillirten Wasser bemerkte man schon vom 3. Tage an ein allmähliches Absterben der Keime.

II. Versuche mit den Cholera-bacillen.

Das Versuchswasser (Fluss-, Brunnen- und Leitungswasser) wurde vorher sterilisirt. 50 ccm. des betreffenden Wassers wurden mit der Platindrahtöse, oder mit der Platinnadel aus einer eintägigen Cholera-Bouilloncultur inficirt (Material aus Toulon). Das Versuchswasser wurde bei 16–22° C. aufbewahrt. Es stellte sich heraus, dass die Cholera-keime sich wesentlich in diesen Wässern vermehrten. Man konnte sie noch nach sieben Monaten nachweisen. Hier bemerkte man auch wie bei den Typhusbacillen in den ersten Tagen eine Abnahme der Keime und dann erst eine Zunahme.

Dann wurden Versuche zum Vergleich mit nicht sterilisirtem Wasser aus denselben Quellen angestellt. Das Versuchswasser wurde mit einer Platinnadel aus einer dreitägigen Cholera-Bouilloncultur inficirt (Material aus Paris.) Die Befunde waren folgende:

1) Die Vermehrung der Bacterien im Wasser. Arbeiten aus d. Kaiserl. Gesundheitsamte. Bd. I. 1886.

Die Cholerakeime im nicht sterilisirten Wasser wurden in wenigen Tagen durch andere Mikroorganismen völlig oder fast völlig verdrängt.

Im destillirten Wasser gingen bei den Versuchen dieser Forscher die Cholerakeime bald zu Grunde (nach 24 Stunden). Das Versuchswasser wurde auch hier bei 16—20° C. gehalten.

Bolton ¹⁾ benutzte für seine Untersuchungen reinstes destillirtes Wasser, Leitungswasser, welches reich an anorganischen Bestandtheile (Kalksalzen) und fast frei von organischen Stoffen und ganz frei von Ammoniak und Salpetersäure war, auch Wasser aus einem wenig benutzten Brunnen in einem sehr schmutzigen Hofe, welches von gelblicher Farbe und etwas trübe war, und welches 10,4—12,8 mgrm. O pro L., sehr reichliche Mengen Salpetersäure und Chloride enthielt; dieses Wasser wird in den Tabellen als schlechtes Brunnenwasser bezeichnet.

Das letztere Wasser wurde als filtrirt und unfiltrirt verwendet. Das Versuchswasser wurde vor der Inficirung mit den pathogenen Mikroorganismen sterilisirt.

Die Impfstoffe wurden von schrägerstarrten Agar — oder Gelatineröhrchen entnommen und in sterilisirte Kochsalzlösung übertragen und von da aus erst das Versuchswasser mit einigen Tropfen inficirt, um die Uebertragung der Nährsubstanz aus den Culturöhrchen ins Versuchswasser zu vermeiden, da dadurch die Qualität des Wassers erheblich verändert wird. Ein Theil des Versuchswassers wurde bei 20°, ein anderer Theil bei 35° gehalten.

1) Ueber das Verhalten verschiedener Bacterienarten im Trinkwasser. Zeitschr. für Hygiene. Bd. I. 1886.

Die Resultate ergaben folgendes:

- 1) Die Staphylococcen, (Tabelle A u. B), sowie auch die Typhusbacillen vermehrten sich nicht nur nicht, sondern sie nahmen ab und nach kurzer Zeit gingen sie zu Grunde.
- 2) Im Wasser bei 35° C. gehen die beiden Arten rascher (nach 2—5 Tagen) zu Grunde, als bei einer T.° von 20° C. (nach 20—30 Tagen).
- 3) Es giebt resistenzfähigere Typhusbacillen, welche *Bolton* als sporenhaltige bezeichnet, die sich in demselben Wasser und bei derselben T.° länger hielten (bei 20° C. nach 30—40 Tagen noch vorhanden, bei 35° C. nach 24 Tagen erst abstarben), als die vorigen sporenfreien und endlich
- 4) die Qualität des Wassers, d. h. die chemische Beschaffenheit desselben hat auf die Dauer der Erhaltung dieser Arten keinen Einfluss.

Hochstetter ¹⁾ stellte Versuche über das Verhalten der Mikroorganismen im Selterwasser an und nebenbei führte er zum Vergleich entsprechende Versuche mit sterilisirtem destillirtem und nicht destillirtem (Berliner Leitungswasser) Wasser aus. *Hochstetter* experimentirte sowohl mit pathogenen wie auch mit nicht pathogenen Keimen, unter anderen mit Typhus, Cholera und Finkler-Priorschen Bacillen. Das Infectionsmaterial der Typhus und Prior-Finklerschen Bacillen entnahm er von bei Zimmer- und Brutschranktemperatur (36° C.) gezüchteten Kartoffelculturen, die Cholerabacillen

1) Ueber Mikroorganismen im künstlichen Selterwasser u. s. w. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte. Bd. II. 1887.

(Material aus Marseille, Toulon, Paris und Finthen) aus bei Zimmertemperatur und bei 36° C. 1, 3 und 4 Tage gezüchteten Bouillonculturen. Das mit den Typhusbacillen inficirte Wasser hielt er bei 12—15° C., das mit Cholera und Finkler-Priorschen Bacillen geimpfte Wasser bei 18—20° C. Es stellte sich heraus, dass die Typhusbacillen in der Regel gegen den fünften Tag abgestorben sind, sowohl in dem destillirten wie auch im nicht destillirten Wasser, während die Cholerakeime im destillirten innerhalb 24 Stunden abstarben, im nicht destillirten sich noch 267, in einem Falle sogar 392 Tage lebend erhielten. Die Finkler-Priorschen Bacillen starben im destillirten Wasser innerhalb 4 Stunden, im nicht destillirten blieben sie bis zum 2. Tage lebensfähig.

Wir sehen also, dass die chemische Qualität des Wassers in diesen Versuchen einen beträchtlichen Einfluss auf die Lebensdauer der Finkler-Priorschen und besonders der Choleraabacillen hat, während sie auf die Lebensdauer der Typhuskeime, wie wir das bei *Bolton's* Versuchen schon gesehen haben, nicht einwirkt.

*Frankland*¹⁾ fand die Finkler-Priorschen Bacillen sowohl im filtrirten Themsewasser, wie auch im Brunnenwasser schon am zweiten Tage abgestorben.

*Maschek*²⁾ arbeitete mit sterilisirtem destillirtem und sterilisirtem Brunnenwasser. Es stellte sich heraus, dass die Typhuskeime (sporenhaltige), welche zu den zu untersuchenden Wässern in 0,5 ccm. Kochsalzlösung zugesetzt wurden,

1) citat. bei Hochstetter.

2) citat. bei Kubel-Tiemann-Gärtner.

bei 18—22° C. bis zum 80. Tage (vorher eine Zunahme und erst nachher eine Abnahme) lebten, während die mit 0,5 ccm. Kochsalzlösung zu den untersuchenden Wässern zugesetzten Cholerakeime, sich im sterilisirten destillirten Wasser bis zum 40. Tage, im sterilisirten Brunnenwasser bis zum 60. Tage hielten. Dass sie sich so lange in dem sterilisirten destillirten Wasser hielten, ist auf die Zugabe der Kochsalzlösung zurückzuführen.

*Hippe*¹⁾ experimentirte mit nicht sterilisirtem Brunnenwasser bei 16—20° C. Die Typhusbacillen lebten in diesem Wasser (in verschiedenen Versuchen) 5, 10 und 30 Tage, wie aus der folgenden Tabelle ersichtlich ist.

	Sofort.	1. Tag.	5. Tage.	10. Tage.	20. Tage.	30. Tage.
Typhusbact.	1.600	760	95	96	70	70
Wasserbact.	720	1.200	250.000	250.000	700.000	500.000

Im sterilisirten Wiesbadener Leitungswasser bei einer Temperatur von 11,5° hielten sich die Cholerakeime eine verschieden lange Zeit 3—10 Tage. Im Brunnenwasser bei 10° C. blieben sie 2—10 Tage lebensfähig.

*Dubarry*²⁾ ermittelte für destillirtes und filtrirtes aber immer sterilisirtes Wasser, welches bei 15—20° C. gehalten wurde, die Dauer der Lebensfähigkeit verschiedener Mikro-

1) citat. bei Kubel-Tiemann-Gärtner.

2) citat. Supplement zur Deutschen Vierteljahrsschrift u. s. w. Bd. XXII. 1889.

organismen. Er fand, dass sich die Typhusbacillen 1—2 Tage, die Cholera-bacillen nur 1 Tag halten können. Die chemische Zusammensetzung des Wassers soll also nach *Dubarry* einflusslos auf die Lebensdauer der Cholera- und Typhusbacillen sein.

Nach *Mattei*¹⁾ sollen die Typhuskeime in nicht sterilisiertem Wasser (bei Zimmertemperatur) 4—13 Tage am Leben bleiben, der *Staphylococcus pyogenes aureus* 25—60 Tage.

*Braem*²⁾ fand, dass in destilliertem Wasser bei Zimmertemperatur die Cholera-bacillen 1 Tag, die Typhusbacillen länger als 60 Tage und der *Staphylococcus pyogenes aureus* 25—60 Tage am Leben blieben.

Chantemesse u. *Vidal*³⁾ konnten Typhuskeime auch bis 3 Monate bei Zimmertemperatur im Wasser auffinden.

Weitere Studien über das Verhalten der Cholera-keime in verschiedenen Wässern führten zu folgenden Resultaten. Nach *Nicati* u. *Rietsch*⁴⁾ verbleiben die Cholera-bacillen im sterilisierten, destillierten Wasser 20 Tage, im Marseiller Canalwasser 38 Tage und im Bilgewater (Schmutzwasser in den untersten Schiffsräumen) 32 Tage am Leben.

Im Berliner-Leitungswasser wies sie *Babes*⁵⁾ noch nach 7 Tagen nach, im destillierten Wasser waren sie schon nach 24 Stunden abgestorben.

1) l. c.

2) l. c.

3) citat. bei Kubel-Tiemann-Gärtner.

4) l. c.

5) l. c.

Im Berliner-Canalwasser lebten sie nach *Koch*¹⁾ 6—7 Tage, im Brunnenwasser konnte man die Cholera-keime noch bis zum 30. Tage nachweisen.

*Frankland*²⁾ übertrug Cholera-keime in verschiedene Wässer und fand, dass sie sich bei Zimmertemperatur in chemisch reinerem Wasser eine kürzere Zeit hielten; so konnte er diese Keime im Canalwasser noch nach 29 Tagen in unzähliger Menge finden, während sie im Tiefbrunnenwasser (chemisch reineres) schon am 11. Tage verschwanden. Dabei konnte er auch eine Zunahme der Cholera-bakterien im Wasser nachweisen und nachher wieder eine Abnahme.

*Douglas - Cunningham*³⁾ entnahm zum Zwecke seiner Versuche 2 Wasserproben aus einem ziemlich reinen Weiher (Tank) und 3 Wasserproben, von welchen eine sterilisiert wurde, aus einem unreinen Tank. Die Versuchswässer wurden mit Cholera-keimen aus 24, 48, 72 und 96 Stunden alter Cholera-culturen infiziert und bei Zimmertemperatur aufbewahrt. Nur im sterilisierten Wasser, wo der Einfluss der Wasserbakterien auf die Cholera-keime ausgeschlossen war, hielten sich die letzteren 25 Tage, während sie sich in den übrigen Versuchswässern 4—5 Tage und in einem Falle (schlechtes Wasser) 9 Tage hielten. Zum Vergleich mit diesen Resultaten gebe ich hier auch die Resultate an, welche *Cunningham* bei wiederholten Versuchen über das Verhalten der Cholera-bakterien in der Erde bekam.

1) l. c.

2) l. c.

3) Bewirken die Kommabacillen, selbst vorausgesetzt u. s. w. Archiv für Hygiene. Bd. IX. 1889.

Dauerzeit d. Commabacil. im Wasser.

Nmr. d. Versuche.	Qualität d. Wassers.	Dauerzeit.
I.	Ziemlich rein: ungekocht	Verschwunden nach 4 T.
II.	» » »	» » 5 »
III.	Schlecht: ungekocht	» » 4 »
IV.	» gekocht	» » 25 »
V.	» ungekocht	» » 9 »
VI.	— —	» » — »

Dauerzeit der Commabacil. in d. Erde.

I.	Gartenerde	Verschwunden nach 26 T.
II.	»	» » 14 »
III.	»	» » 10 »
IV.	Gartenerde u. Fäcalien	» » 6 »
V.	» » » gekocht	Noch vorhanden nach 47 »
VI.	» » » ungek.	Verschwunden nach 9 »

Fast alle oben angeführten Versuche wurden mit sterilisirtem Wasser und bei Zimmer- und Bruttemperatur ausgeführt, und infolgedessen lassen sich die Resultate dieser Versuche zur Beantwortung der Frage nach dem Verhalten der pathogenen Bacterien im Trinkwasser d. h. Fluss- und Brunnenwasser nicht verwerthen.

Kraus¹⁾ führte seine Versuche schon mehr unter natürlichen Verhältnissen aus. Er nahm zu seinen Untersuchungen Wasser aus einer Leitung und aus zwei Brunnen, deren chemische Zusammensetzung folgende war:

1) Centralbl. für Bacteriol. und Parasitenkunde. Bd. I. № 23 u. cit. bei Kubel-Tiemann-Gärtner. 1887.

	Abdampf- Rückstand.	Chlor.	Salpeters.	Salpetriges	Ammoniak.	Sauerstoff zur Oxyda- tion der orga- nischen Sub- stanzen.
	Milligramme in 100 ccm.					
I. Wasser a. einer Leitung	27,6	0,41	0,24	0	0	0,0365
II. Brunnenwasser	59,6	2,56	6,96	0	0	0,304
III. Brunnenwasser	56,0	2,56	0,26	0	Spur	0,620

Die entnommenen Wasserproben wurden, nicht sterilisirt, bei 10¹/₂ ° gehalten, welche Temperatur der der Brunnen entsprach. Siehe Tabelle C u. D.

Wir sehen, 1) dass die Typhusbacillen in allen 3 Wasserproben 5—7 Tage entwicklungsfähig waren, 2) dass die Wasserbacterien in den ersten Tagen durch die Typhusbacillen vollständig verdrängt wurden, am 3. Tage jedoch wieder auftauchten und sich sogar stark zu vermehren anfangen und dann sich wieder verminderten, endlich 3) dass die Qualität des Wassers keinen Einfluss auf die Lebensdauer der Typhusbacillen hat. Was die Cholera-bacillen anbetrifft, so verschwanden sie schon nach 24 Stunden, die Wasserbacterien wurden nicht vollständig von den Cholera-keimen verdrängt. Auch hier vermehrten sie sich, um sich nach einigen Tagen wieder zu vermindern. Die chemische Zusammensetzung des Probewassers hatte auch hier keinen Einfluss auf die Lebensdauer der Cholera-keime. Wenn wir uns jetzt über die Ursache der Vermehrung und Verminderung der Wasserbacterien fragen, so können wir die erstere dadurch erklären, dass die absterbenden pathogenen Bacterien den Nahrungsvorrath vermehren und rasche die Vermehrung

der Wasserbakterien dadurch hervorrufen. Die nachfolgende Verminderung dieser Bakterien ist weiter darauf zurückzuführen, dass der Nährboden durch die Stoffwechselproducte der Wasserbakterien sich so verändert hat, dass er schädigend auf dieselben Bakterien einwirkt. Es bleibt noch unerklärt, wie die Wasserbakterien, welche durch die Typhusbacillen vollständig verdrängt wurden, so dass ihre Zahl gleich 0 war, im Stande waren wieder aufzutauchen. Diese Erscheinung dürfte in folgender Weise zu erklären sein. Die Wasserbakterien wurden durch die Stoffwechselproducte der Typhusbacillen einerseits und durch den Kampf um's Dasein mit denselben Bacillen andererseits so abgeschwächt, (aber nicht vollständig vernichtet), dass sie nicht im Stande waren auf der Platte zur Entwicklung zu kommen, aber nachher nach dem raschen Absterben der Typhusbacillen veränderten sich die Verhältnisse insofern, als der Nährboden durch das neue Material, welches die absterbenden Typhusbacillen repräsentirten, günstig auf die abgeschwächten Wasserbakterien einwirkte und sie zum Aufleben veranlasste.

Ebensolche Versuche wie *Kraus* stellte auch *Karlinski* ¹⁾ an. Die chemische Zusammensetzung der verschiedenen Wässer, mit welchen *Karlinski* experimentirte, war folgende:

1) Ueber das Verhalten einiger pathogenen Bakterien im Trinkwasser. Archiv für Hygiene. Bd. IX. 1889.

Pro 1000 ccm.

	Gesamtrückstand in mm.	Organische Substanzen.	Calciumoxyd.	Magnesiumoxyd.
I. Quelle	0,154	Spuren	0,0055	0,0196
II. »	0,8014	»	0,1716	0,0983
III. »	0,1962	»	0,0728	0,0233
IV. »	0,236	»	0,077	0,034

Das Versuchswasser wurde mit Impfmateriel aus Agarculturen inficirt und bei 8° C. aufbewahrt. Die Lebensfähigkeit dieser Typhus- und Choleraculturen «liess nichts zu wünschen übrig.» Die Resultate dieser Versuche ergaben: (Siehe Tabelle E und F.)

1) Die Typhuskeime gingen nach 5 Tagen (in zwei Fällen nach 6 Tagen) zu Grunde, während die Cholerakeime schon nach 2 (in zwei Fällen nach 3) Tagen verschwanden, und 2) die Qualität des Wassers hatte keinen Einfluss auf die Lebensdauer der genannten Bacillen. Wir sehen also, dass unter ungünstigen Verhältnissen (niedrige Temperatur, Concurrenz der Wasserbakterien) sowohl die Typhus- wie auch die Cholerabacillen rasch zu Grunde gehen, die letzteren namentlich noch schneller als die ersteren. Aus diesen Versuchen konnte *Karlinski* noch folgendes schliessen: die absterbenden Mikroorganismen bilden im Wasser ein günstiges Moment für die Vermehrungsgeschwindigkeit der Wasserkeime, da hier eine Vermehrung des Nährmaterials, welches offenbar durch die absterbenden pathogenen Keime gebildet wurde, stattfindet. *Karlinski* sagt: «Obwohl die Temperaturverhältnisse und die Wassermenge dieselben blieben,

verhielt sich die Vermehrungsgeschwindigkeit der Wasserbakterien, zu denen die pathogenen Keime zugesetzt sind, viel energischer, als diejenigen, zu denen diese nicht zugesetzt wurden. So Z. B. entwickelten sich die 8 Wasserbakterien in einer Wasserprobe binnen 3 Tagen zu 210, binnen 8 Tagen zu 500 Colonien. Dieselben 8 Keime, zu denen 9000 Choleravibrionen zugesetzt waren, waren schon nach 3 Tagen in 1800 Colonien, in 7 Tagen in 17000 Colonien vertreten».

Eine neue Reihe von Versuchen führte *Karlinski*¹⁾ mit Typhusbacillen in einem Brunnen aus. Wir haben also hier vor uns Versuche, welche schon bei ganz natürlichen Verhältnissen ausgeführt wurden. Die obengenannten Versuche von *Kraus* u. *Karlinski* sind nur als annähernd normale zu bezeichnen, da ja bei diesen Versuchen das Wasser nicht erneuert wurde und die Wasserkeime sich durch das Material, welches die absterbenden pathogenen Mikroorganismen als solche darstellten, sehr schnell vermehrten, was unter normalen Bedingungen in einem Brunnen nicht stattfinden kann. Der zur Untersuchung dienende Brunnen enthielt 680 l. Wasser durchschnittlich. Die T.^o des Wassers war 8,3—11° C. Die chemische Zusammensetzung des Wassers betrug:

Gesamtrückstand 764—770 mg., organische Substanzen 2,2—2,4 mg. O., Chlor. 23—24,1 mg., Salpetersäure 76—78 mg. im Liter. Die Anzahl der Wasserkeime schwankte zwischen 730—1120 pro ccm. (S. Tabelle G, H u. I.)

Beim ersten Versuche verschwanden die Typhusbacillen nach 24 Stunden, im zweiten nach 3—4 Tagen, im dritten

nach 3 Tagen, im vierten nach 24 Stunden. Wir sehen also, dass die Typhusbacillen sich unter vollständig normalen Verhältnissen 1—3 Tage im Brunnenwasser zu erhalten vermögen.

Die zweite, bei ganz natürlichen Verhältnissen ausgeführte Reihe von Versuchen stellte *Karlinski*¹⁾ mit Typhusbacillen in einer Cisterne an, in deren Wasser 1910 Keime pro ccm. gezählt wurden. Die Temperatur des Wassers = 11—14° C. Es wurden Typhusstühle, welche grosse Mengen von Typhuskeimen enthielten, in die Cisterne hineingethan. Hier stellte es sich ebenso heraus, dass die Typhuskeime 1—3 Tage im Wasser der Cisterne lebten.

Einen weiteren Versuch über das Verhalten der Typhuskeime im Brunnenwasser stellten Prof. *Emmerich* u. Dr. *Pinto*²⁾ an. Sie gossen 1 l. 48-stündiger Bouilloncultur von Typhusbacillen in Brunnen hinein. In einem ccm. dieser Cultur waren 42 Millionen Keime vertreten. In den sofort nach der Zugabe entnommenen Wasserproben waren 200,000 Typhuskeime pro ccm., nach 24 Stunden nur 500 Keime, nach 72 Stunden waren schon keine mehr nachzuweisen. Die Typhusbacillen hielten sich hier also 1—2 Tage.

Wenn wir alles, was wir gesagt haben, zusammenfassen, so können wir den Schluss ziehen, dass die oben angeführten pathogenen Arten, wenn auch eine kurze Zeit, aber immer doch einige Tage im Wasser zu leben im Stande sind, was vollkommen genügend ist eine Infection durch das Trinken des betreffenden Wassers hervorzurufen.

1) Ueber das Verhalten der Typhusbacillen im Brunnenwasser. Archiv für Hygiene. Bd. IX. 1889.

1) Ein Beitrag zur Kenntniss des Verhaltens des Typhusbacillus im Trinkwasser. Archiv für Hygiene. Bd. X. 1890.

2) citat. bei *Karlinski*.

Tabelle A.

Staphylococcus aureus (Bolton).

	Zahl der Colonien pro 1 ccm nach dem Aufenthalt bei +20°.					
	sofort	nach 2-5 Tage.	nach 5-10 T.	nach 10-20 T.	nach 20-30 T.	nach 300 Tage.
Destillirtes Wasser	unzählig	—	33600	15360	0	—
Leitungswasser	»	—	—	10700	0	—
Schlecht. Brunnenwasser (filtrirt)	»	unzählig	—	—	39700 (23 Tage)	—
Schlechtes Brunnenw. (filtrirt)	»	—	120000	24800	0 (30 Tage)	0
Schlechtes Brunnenw. (unfiltrirt)	»	unzählig	—	—	24	—
Nach dem Aufenthalt bei +35°						
Destillirtes Wasser	unzählig	0	—	—	—	—
Leitungswasser	»	0	—	—	—	—
Schlechtes Brunnenw. (filtrirt)	»	0	—	—	—	—
Schlechtes Brunnenw. (filtrirt)	»	0	0	—	—	—
Schlechtes Brunnenw. (unfiltrirt)	»	—	—	—	—	—

28

Tabelle B. I.

Versuch mit Typhusbacillen (Bolton).

a) Mit Sporenfreien Bacillen.	Zahl der Colonien pro 1 ccm. nach dem Aufenthalt bei +20°					
	sofort	nach 2-3 Tagen	nach 6-7 Tagen	nach 10-14 T.	nach 20-24 T.	nach 30-40 T.
Destillirtes Wasser	unzählig	unzählig	—	34300	—	0
»	156000	0	—	—	—	—
»	unzählig	unzählig	—	68640	—	—
»	unzählig	200000	—	70000	—	—
Leitungswasser	134000	36000	2700	—	—	—
Schlechtes Brunnenwasser	unzählig	200000	—	148000	—	—
b) Mit sporenhaltigen Bacillen.						
Destillirtes Wasser	unzählig	—	—	—	—	0 (31 Tage)
Schlechtes Brunnenw. (filtrirt)	unzählig	unzählig	—	—	unzählig	—
» (unfiltrirt)	unzählig	unzählig	—	—	unzählig	—
»	unzählig	—	—	—	—	30000

29

Tabelle B. II.

Versuch mit Typhusbacillen (Bolton).

a) Mit sporenfreien Bacillen.	Zahl der Colonien pro 1 ccm. Nach dem Aufenthalt bei +35°					
	sofort	nach 2-3 Tag.	nach 6-7 Tag.	nach 10-14 T.	nach 20-24 T.	nach 30-40 T.
Destillirtes Wasser	unzählig	11800	—	0	—	—
»	156000	0	—	—	—	—
»	unzählig	23600	—	0	—	—
»	unzählig	200	0	0	—	—
Leitungswasser	134000	0	0	—	—	—
Schlechtes Brunnenwasser	unzählig	80000	0	0	—	—
b) Mit sporenhaltigen Bacillen.						
Destillirtes Wasser	unzählig	—	—	—	0 (24 Tage)	—
Schlechtes Brunnenw. (filtrirt)	unzählig	124000	—	10350	—	—
» (unfiltrirt)	unzählig	92800	—	3750	—	—
»	unzählig	—	—	—	0	0

30

Tabelle C.
Typhusbacillen (Kraus).

Wasserproben.	1.	2.	3.	5.	7.	9.	20.	150.
I. Wasser	57960	50400	15680	9000	0	0	0	0
II. »	57000	50840	32643	8900	0	0	0	0
III. »	56000	35910	10010	7060	0	0	0	0
I. Wasser	0	0	0	80	288000	400000	970000	1080
II. »	0	0	490	verflüss.	300000	427000	unzählig	1980
III. »	0	0	280	500	256000	verflüss.	456000	1050

31

Tabelle D.
Cholera bacillen (Kraus).

Wasserproben.	1.	2.	4.	8.	135.
I. Wasser	10.000	0	0	0	0
II. »	8.700	0	0	0	0
III. »	9.420	0	0	0	0
I. Wasser	30	400	70.000	1.400.000	2.040
II. »	180	900	85.000	unzählbar	8.100
III. »	250	2.000	100.100	»	4.100

Tabelle E.

Versuche mit Typhusbacillen (Karlinski).

Wasserproben.	d. Wasser- bacterien	Anzahl der Typhuskeime							
	sofort	sofort	nach 1 Tag	nach 2 Tag.	nach 3 Tag.	nach 4 Tag.	nach 5 Tag.	nach 6 Tag.	nach 7 Tag.
Versuch I.									
Brunnenwasser	38	1090	1000	700	500	210	0	0	0
Wurmloch-Leitung	7	26000	2100	14000	6100	2000	641	0	0
Brandtschroffen-L.	10	3000	1900	1400	710	90	0	0	0
Weinstock-Leitung	10	36000	24000	17000	4000	1500	310	10	0
Klarhof-Leitung	9	500	210	80	25	10	0	0	0
Versuch II.									
Brunnenwasser	40	100	100	60	31	0	0	0	0
Wurmloch-Leitung	10	500	240	130	40	10	0	0	0
Brandtschroffen-L.	9	200	96	—	12	0	0	0	0
Weinstock-Leitung	10	4600	1600	700	400	70	10	0	0
Klarhof-Leitung	9	2800	—	1060	320	16	1	0	0
Versuch III.									
Brunnenwasser	36	7000	2100	1300	960	300	6	0	0
Wurmloch-Leitung	7	36000	26000	9000	4900	1300	260	8	0
Brandtschroffen-L.	8	5000	2100	1000	760	260	41	0	0
Weinstock-Leitung	8	70	—	3	0	0	0	0	0
Klarhof-Leitung	9	40	26	2	0	0	0	0	0

32

Tabelle F.

Versuche mit Cholerabacillen (Karlinski)

Wasserproben.	d. Wasser- keime		Anzahl der Cholerakeime.						
	sofort	sofort	nach 1 Tag	nach 2 Tag.	nach 3 Tag.	nach 4 Tag.	nach 5 Tag.	nach 6 Tag.	nach 7 Tag.
Versuch I.									
Brunnenwasser	36	21600	6000	70	0	0	0	0	0
Wurmbach-Leitung	9	8000	1200	60	0	0	0	0	0
Brandlschroffen-L.	9	6000	1300	41	0	0	—	0	0
Weinstock-Leitung	10	1000	564	46	0	0	—	0	0
Klarahof-Leitung	10	10000	4300	—	0	0	0	0	0
Versuch II.									
Brunnenwasser	39	700	40	0	—	0	0	0	0
Wurmbach-Leitung	9	100	6	0	0	0	0	0	0
Brandlschroffen-L.	8	250	46	6	0	0	0	0	—
Weinstock-Leitung	8	1000	600	30	0	0	—	0	0
Klarahof-Leitung	9	500	171	2	0	0	0	—	0
Versuch III.									
Brunnenwasser	46	600	20	0	—	—	0	0	—
Wurmbach-Leitung	10	36000	11000	700	0	0	0	0	0
Brandlschroffen-L.	10	9000	1700	200	0	0	0	0	0
Weinstock-Leitung	8	700	47	0	—	—	0	0	0
Klarahof-Leitung	8	40000	11000	900	0	0	0	0	0

33

Tabelle G.

I. Versuch mit Typhusbacillen (Karlinski).

Zeit d. Untersuchung.	T° des Wass.	Colonienzahl im ccm.		Bemerkungen.
		Typhusb.	Wasserbact.	
Nach 2 St.	9° C.	500000	0	Der Brunnen wurde mit einer Bouilloncultur des Typhusbacillus infect.
» 1 Tg.	10,6	130000	11bis 13000	
» 2 »	10,7	000000	110000	Die Cultur wurde 4 Tage bei 35° C. aufbewahrt.
» 3 »	10,6	0	100000	1 ccm. der Cultur enthielt 72 Millionen Typhus-keime.
» 4 »	9	—	100000	

Tabelle H.

II. Versuch mit Typhusbacillen (Karlinski).

Zeit d. Untersuchung.	T° des Wass.	Colonienzahl im ccm.		Bemerkungen.
		Typhusb.	Wasserbact.	
Nach 4 St.	Dieselbe wie bei Versuche I.	4700	1200	Die hineingebrachte Aufschwemmung wurde aus d. Typhusbacil. im Wasser (400 ccm.) bereitet. 1 ccm. der Aufschwemm. enthielt 9 Millionen Keime.
» 1 Tg.		1600	2300	
» 2 »		800	2400	
» 3 »		100	2500	
» 5 »		0	2200	
» 6 »		0	1800	

Tabelle I.

III. Versuch mit Typhusbacillen (Karlinski).

Zeit d. Untersuchung.	T° des Wass.	Colonienzahl im ccm.		Bemerkungen.
		Typhusb.	Wasserbact.	
Nach 4 St.	Dieselbe wie bei Versuche I.	3000	sehr wenig	Die Aufschwemmung wurde im Wasser (250 ccm.) bereitet. 1 ccm. enthielt 5 1/2 Millionen Keime.
» 1 Tg.		2400	1200	
» 2 »		900	1500	
» 3 »		26	2074	
» 4 »		0	1800	
» 5 »		0	1800	

Versuch IV.

Nach 24 Stunden : 400 Typhusbacillen.

» 48 » 0
 » 72 » 0

III.

Die von mir in den Monaten Januar, Februar, März und April im Brunnen, welcher sich im Garten der Flor'schen Besizung befindet, ausgeführten Versuche, hatten den Zweck nachzuweisen, wie lange sich einige pathogene Arten in Brunnenwasser bei Temperatur von 0,2—2,5° C. halten können.

Die Bodenschichten, durch welche der Brunnen durchdringt, bestehen aus schwarzer Erde und Lehm mit Torf gemischt. Die Wassermenge schwankte im Brunnen zwischen 35—150 L. Das Wasser war klar, geschmacklos. Die chemische Untersuchung, welche 2 mal im Februar und April von meinem Collegen Dr. *Seegrön* gemacht wurde, ergab auf 1 Million Wassertheile folgende Zahlen:

	Trocken- rückstand	Glüh- rückstand	Zur Oxy- dation d. org. Subs. verbr. O	SO ₃	H ₂ S	Cl	N ₂ O ₅	N ₂ O ₃	NH ₃	P ₂ O ₅	CaO	MgO
Febr.	1596,0	1278	11,30	55,62	nicht nach- weisb. Spur.	163,30	56,94	0	2,0	nicht nach- weisb. Spur.	357,0	152,43
April	—	—	—	—	—	188,15	36,70	—	1,25	—	—	—

Was die Zahl der Wasserbakterien im Brunnen anbetraf, so war sie beim Anfang meiner Versuche eine erheblich grosse (bis 700,000 Keime pro ccm. durchschnittlich), da der

Brunnen, welcher nur zum Zwecke der Untersuchung erbaut wurde, eine längere Zeit nicht benutzt worden war; infolge dessen stagnirte dort das Wasser, was zu einer Vermehrung der Bakterien führte. Unter den Wasserbakterien, welche mehr als in 10 verschiedenen Arten vertreten waren, zählte man nur 2 verflüssigende — grau- und grünverflüssigende — alle übrigen, wie z. B. die Irisirenden und eine besondere Art von kleinen bläulichen Colonien, welche auf der Platte spät zur Entwicklung kamen und mit dem unbewaffneten Auge nicht so leicht zu sehen waren, sich als nicht verflüssigende erwiesen. Im April, nachdem der Boden schon etwas aufgethaut war, vermehrte sich die Zahl der Keime, zugleich stieg auch die Menge der verflüssigenden Arten in Folge oberflächlicher und seitlicher Zuflüsse. Unter den nicht peptonisirenden waren sehr wenig Coccen, die anderen waren Bacillen von verschiedener Grösse und Gestalt. Der Brunnen wurde, bevor ich zu meinen Versuchen mit den pathogenen Arten schritt, einige Mal ausgepumpt. Die Zahl der Bakterien war gleich nach dem Auspumpen im Vergleich mit den Zahlen, die vor dem Auspumpen herrschten, klein, aber sie vermehrten sich in einigen Tagen schnell wieder, man kann also die im Brunnen wohnenden Arten zu den sich rasch vermehrenden rechnen.

Nach dem Hineinthun der pathogenen Art in den Brunnen, wurde jedesmal das Brunnenwasser sammt dem Boden tüchtig mit einer mit Querleisten versehenen hölzernen Stange umgerührt. Gleich nachdem wurde vermitteltst des von *Kirchner*¹⁾ angegebenen Apparates eine Wasser-

1) Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenk. Bd. XI. Nr. 20.

probe entnommen, in eine Blechbüchse gethan und sogleich in's Institut transportirt. Die Wasserproben entnahm ich immer selbst. Die Verarbeitung derselben mittelst des Plattenverfahrens, welches Verfahren zur Bestimmung der Arten sich am besten eignet, wurde von mir, sogleich nach dem Eintreffen der Proben im Institut vorgenommen. Die Dauer zwischen der Probenentnahme und der Plattenbereitung betrug nicht mehr als 15—20 Minuten. Da die Zahl der Wasserkeime eine grosse war, so nahm ich bei der Plattenbereitung eine entsprechende Verdünnung des Brunnenwassers mit sterilisirtem destillirtem Wasser vor. Meine Versuche beziehen sich auf den *Staphylococcus pyogenes aureus*, *Typhusbacillus*, *Cholera bacillus* und *Bacillus* von Finkler-Prior.

Versuch I.

Staphylococcen.

Wasserbacterien.

	1.	2.	3.	Durchschnittszahl	1.	2.	3.	Durchschnittszahl	Bemerkung
Gleich nach d. Entnahme	400,000	390,000	405,000	398,000	490,000	520,000	510,000	507,000	
Nach 6 Stunden	264,000	336,000	345,000	315,200	105,000	96,000	—	100,500	
Nach 1 Tag	verun glückt		—	—	—	—	—	—	
Nach 2 Tagen	192,000	188,000	173,200	187,000	224,000	—	246,000	235,000	
» 3	184,000	182,200	148,000	171,400	257,600	273,200	266,000	255,700	
» 4	140,300	115,000	113,800	122,400	287,400	315,000	312,000	304,800	
» 5	25,000	18,500	19,300	21,300	520,000	480,000	480,400	493,500	Nach 5 Tagen wurde d. Brunnen ausgepumpt.
» 6	0	0	0	0	133,200	148,000	—	140,600	
» 8	0	0	0	0	187,200	178,200	196,800	187,400	

(Die Cultur des *Staphylococcus pyogenes aureus* stammt aus dem hiesigen hygien. Institut.)

Zum Zwecke dieses Versuchs bereitete ich eine Aufschwemmung von dem Pilzrasen, von 5 schrägerstarren, 5 Tage alten, bei 35° C. gezüchteten Agarculturen im 260 ccm. destillirten sterilisirten Wasser. Nach tüchtigem Umschütteln des *Erlmeyer*'schen Kolben, in welchem die Aufschwemmung gemacht wurde, um eine gleichmässige Vertheilung der hinzugefügten Mikroorganismen hervorzubringen, wurde von dieser Aufschwemmung eine Probe entnommen und durch das Plattenverfahren die Zahl der hineingebrachten Mikroorganismen pro 1 ccm. ermittelt. Es stellte sich heraus, dass diese Zahl 55 Millionen betrug, im ganzen wurden demnach in den Brunnen 55 Mill. \times 260 = 14,300,000,000 Keime hineingebracht. Diese Menge vertheilte sich in ca. 35 L. oder 350000 ccm. Wasser, welches der Brunnen zur Zeit des Versuches enthielt, was im 1 ccm. Brunnenwasser 409,000 Keime ausmacht. Gleich nach dem Hineingiessen der Aufschwemmung mit dem *Staphylococcus*, wurde das Brunnenwasser tüchtig umgerührt und eine Probe entnommen. Nach 6 Stunden wurde eine zweite Probe entnommen, dann nach 1 Tage, nach 2 Tagen u. s. w. Die T.^o des Brunnenwassers war 2,5° C.; die Wassermenge schwankte zwischen 35—45 L.; die Wasserbakterien betrugen ca 500,000 pro 1 ccm. Die Zählung der Bakterien auf der Platte wurde nach 3 resp. 4 Tagen vorgenommen. Die verdächtigen *Staphylococcus*colonien wurden zur Differenzirung abgeimpft und auf verschiedenen Nährböden gezüchtet. Aus der vorliegenden Tabelle ist zu sehen, dass sich die Zahl der *Staphylococcus* verminderte von 398,000 gleich nach der Entnahme bis zu 21,300 nach 5 Tagen. Wie lange sich der *Staphylococcus* im Brunnenwasser erhalten hätte, konnte ich nicht ermitteln, da das Wasser nach 5 Tagen in der Voraussetzung, dass der *Staphylococcus* bereits verschwunden sei, aus

dem Brunnen ausgepumpt wurde, und am 6. Tage konnte ich den *Staphylococcus* im Brunnenwasser nicht mehr nachweisen. Betrachten wir jetzt das Verhalten der Wasserbakterien. Wir sehen, dass sie schon nach 6 Stunden nach der Impfung des Brunnens von 507,000 auf 100,000 sinken. Worauf ist das zurückzuführen? Wahrscheinlich haben die in sehr grosser Menge hinzugeführten *Staphylococcus* durch ihre Stoffwechselproducte und im Kampf um's Dasein die weniger widerstandsfähigen Arten der Wasserbakterien vernichtet oder wenigstens so abgeschwächt, dass sie auf der Platte zur Entwicklung nicht kommen konnten, und in der That bemerkte ich, dass die Irisirenden und die kleinen blauen Colonien vollständig verschwunden waren (vielleicht verschwanden auch noch andere Arten — aber darauf habe ich nicht geachtet). Nach 2 Tagen kam es infolge der Abschwächung durch die ungünstigen Verhältnisse, welche im Brunnen herrschten, und des Absterbens der *Staphylococcus* wieder zu einer Vermehrung der Wasserbakterien, welche fast bis zur ursprünglichen Norm zurückkehrten. Dass die absterbenden *Staphylococcus* den Nährboden verbessern und dadurch eine Vermehrung der Wasserbakterien hervorrufen (wie es bei den Versuchen von *Kraus* u. *Karlinski* im *Erlmeyer*-schen Kolben der Fall war), ist für einen Brunnen kaum anzunehmen, da das Material, welches die absterbenden *Staphylococcus* liefern, verschwindend klein ist. Vielmehr könnte man an ein Auftreten neuer Arten denken, welche auf die begünstigenden Einflüsse der Stoffwechselproducte der *Staphylococcus* zurückzuführen waren oder man könnte das Verschwinden einiger Arten (Irisirende u. andere), welche als Antagonisten für andere Arten von Bakterien anzusehen wären, mit dem Auftreten neuer Arten in Zusammenhang bringen, doch fehlt mir der Beweis für diese meine Ansicht.

Versuch III.

Typhusbacillen.

Wasserbakterien.

	1.	2.	3.	Durchschnittszahl	1.	2.	3.	Durchschnittszahl
Gleich nach d. Entnahme	146,600	139,300	145,800	143,900	14,400	13,200	16,800	14,800
Nach 7 Stund.	100,300	98,200	102,300	100,300	9,000	9,500	6,400	8,300
» 1 Tag	40,100	40,800	36,700	42,500	1,200	800	800	950
» 2 Tage	10,200	11,200	9,800	10,400	800	400	800	650
» 3 »	4,300	2,000	2,500	2,900	8,000	9,500	9,200	8,900
» 4 »	800	400	400	500	14,500	16,000	15,300	15,200
» 5 »	400	verungl.	400	400	15,000	verungl.	15,600	15,300
» 6 »	0	0	0	0	19,200	20,500	22,300	20,700
» 7 »	400	0	400	400	25,000	28,000	23,400	25,500
» 8 »	0	0	0	0	27,000	29,800	verungl.	28,400
» 9 »	0	0	0	0	30,300	32,400	30,200	30,900
» 10 »	0	0	0	0	33,500	35,000	34,600	34,400

Am 5. und 8. Tage wurde das Wasser sammt dem Bodenschlamm tüchtig umgerührt

Die Versuche II. u. III. habe ich mit Typhusbacillen angestellt. (Die Cultur der Typhusbacillen stammt aus dem hiesigen hygienischen Institut.) Beim Versuche II. habe ich constatirt, dass die Typhusbacillen nach 5 Tagen auf den Platten verschwunden waren, die allmähliche Verminderung der Typhusbacillen im Brunnenwasser habe ich nicht bestimmt. Die T.^o des Brunnenwassers war beim II. Versuche 2,5° C. Die Wassermenge schwankte zwischen 48–52 L. Die Aufschwemmung, welche ich zum II. Versuche herstellte, bestand aus 250 ccm. destillirtem sterilisirtem Wasser und aus einem Pilzrasen, welcher mittelst sterilisirter Platindrahtöse von 7 schrägerstarrten 15 Tage alten, bei Zimmertemperatur gezüchteten Gelatineröhrchenculturen entnommen wurde. Die Lebensfähigkeit dieser Culturen war vollständig erhalten.

Beim III. Versuche (siehe Tabelle Seite 42) war die T.^o des Brunnenwassers. 1–2° C. Die Wassermenge schwankte zwischen 83–91 L. Die Zahl der Wasserbakterien war durch das wiederholte Auspumpen des Wassers bis auf 14,000–15,000 durchschnittlich gesunken. Die Aufschwemmung wurde aus 350 ccm. destillirtem sterilisirtem Wasser und aus einem Typhuspilzrasen, welcher aus 5 schrägerstarrten 7-tägigen bei Zimmertemperatur gezüchteten Gelatineculturröhrchen stammte, bereitet. Die Zahl der hineingebrachten Typhuskeime betrug 38,100,000 in einem ccm. Bei der Bereitung der Aufschwemmungen (sowohl mit dem Staphylococcus, wie auch mit dem Typhusbacillus) wurde der Pilzrasen sorgfältig von der schrägen Oberfläche der Röhrchenculturen vermittelt einer sterilisirten Platindrahtöse entnommen, um nichts vom Nährboden zugleich ins Wasser zu bringen. Die Zählung wurde am 5. resp. 6. Tage vorgenommen. Die Platten wurden auch, wie

beim Staphylococcus, bei Zimmertemperatur aufbewahrt. Die letztere schwankte während meiner Versuche zwischen 14—18° C. Beim Studiren der Typhusbacillen auf den Wasserplatten konnte man ausser den charakteristischen Typhuscolonien noch 2 dem Typhusbacillus ähnliche Arten, welche auf der Platte spärlich auftraten, nachweisen. Im hängenden Tropfen fehlte diesen typhusähnlichen Bacillen die charakteristische Schlangenbewegung der Typhusbacillen. Die Bacillen waren ausserdem kürzer und dicker als die des Typhus und mit zugespitzten Enden. Aber, was das Wichtigste für die Unterscheidung war, war das Wachstum dieser 2 typhusähnlichen Arten auf Kartoffeln. Auf der Oberfläche der sauren Kartoffelscheibe bemerkte man anstatt des für das blosse Auge fast unsichtbaren Häutchens, welche für die Typhusbacillen so charakteristisch ist, einen dicken Pilzrasen bei der einen Art von gelblicher, bei der anderen Art von bläulicher Farbe; auf der Oberfläche der alkalischen Kartoffel, welche nach den Angaben von Dr. *Krammhals* ¹⁾ in Riga bereitet worden war, zeigte sich anstatt des bei den Typhuscolonien vorkommenden weisslichen Belages ein dicker Pilzrasen von derselben Farbe, wie oben angegeben ist. Die Typhusbacillen hielten sich bei diesem Versuche 7 Tage (am 6. fehlten sie gänzlich, am 7. waren ganz vereinzelt auf der Platte zu finden). Die Wasserbakterien waren auch hier bis zum 4. Tage von den Typhusbacillen verdrängt.

1) Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde. Bd. XIII. Nr. 2. 1893.

Versuch IV.

	Typhusbacillen.			Wasserbakterien.		
	1.	2.	Durchschnittszahl	1.	2.	Durchschnittszahl
Die Zahl der hineingebrachten Keime	146,300	146,300	143,300	16,000	14,800	15,400
Nach 1 Tage	100,200	102,400	101,300	45,200	43,300	44,250
» 2 »	75,400	74,000	74,700	80,300	86,500	83,400
» 3 »	40,400	40,000	40,200	190,200	200,000	195,100
» 6 »	1,300	1,200	1,250	500,600	510,300	505,450
» 8 »	800	1,200	1,000	830,000	824,600	827,300
» 9 »	0	0	0	1,200,000	1,230,000	1,215,000
» 10 »	0	0	0	1,600,000	1,580,000	1,590,000

In diesem Versuche habe ich die Typhusbacillen günstigeren Bedingungen ausgesetzt, indem ich sie bei einer höheren T.^o (14—18° C.) gehalten habe, (das Wasser blieb dasselbe). Doch, wie es aus der Tabelle ersichtlich ist, vermehrten sich die Typhuskeime nicht, sondern sie erlitten eine starke Verminderung und am 9. Tage verschwanden sie. Die Wasserbakterien aber, die sich unter denselben Bedingungen befanden, vermehrten sich stark, so dass sie von 15,400 innerhalb 10 Tagen bis auf 1,500,000 stiegen. Dabei bemerkte ich ein Auftreten neuer Arten, was auf die günstige Einwirkung der höheren Temperatur wahrscheinlich zurückzuführen ist, und ein Verschwinden solcher Arten, welche früher in grosser Zahl vertreten waren. Dieses Verschwinden ist vielleicht durch das Auftreten der neuen Arten zu erklären, welche als Antagonisten der verschwundenen anzusehen wären, oder auf die ungünstige Einwirkung der höheren T.^o, bei welcher diese Arten sich nicht entwickeln konnten, zurückzuführen. Wenn wir Versuch III u. IV vergleichen, so sehen wir, dass die Typhusbacillen, die einer viel höheren Temperatur ausgesetzt waren, nur um einen Tag die bei einer niedrigeren Temperatur gehaltenen, überlebt haben.

Versuch V. Typhusbacillen.

	1.	2.	Durchschnittszahl	Bemerkung.
Sofort	unzählig	unzählig	unzählig	
Nach 1 Tg.	«	«	«	
« 2 «	«	«	«	
« 3 «	«	«	«	
« 4 «				Am 4. Tage wurde d. Versuchswasser ausgegossen.

250 ccm Brunnenwasser, welches vorher 3 mal sterilisiert worden war, wurde von einem Pilzrasen, welcher von einer 7-tägigen bei Zimmertemperatur gezüchteten Gelatine-cultur herstammte, mit einer Platindrahtöse inficirt. Die Zahl der eingeführten Typhuskeime war sehr gross, fast 3 Million in einem ccm. Der *Erlmeyer*-sche Kolben, welcher das Versuchswasser beherbergte, wurde mittelst eines Fadens in den Brunnen hineingelassen und in demselben aufbewahrt. Die T.^o des Brunnens betrug 1 $\frac{1}{2}$ —2° C. In der nach einem Tage entnommenen Probe, waren die Typhuskeime in unzähliger Menge vorhanden, auch noch am 2. und 3. Tage waren die Typhuscolonien auf der Platte unzählbar (der Grund lag daran, dass ich eine zu geringe Verdünnung genommen hatte). Vor jeder Probeentnahme wurde der Kolben durchgeschüttelt. Da das inficirte Wasser am 4. Versuchstage beim raschen Steigen des Grundwassers verunreinigt worden war, so unterbrach ich den Versuch und stellte alsbald, um zu einem endgültigen Resultat zu gelangen, mit demselben Wasser Versuch VI an.

Versuch VI.
Typhusbacillen.

	1.	2.	Durchschnittszahl
Sofort	2,340,000	2,300,000	2,320,000
Nach 1 Tg.	1,732,000	1,716,000	1,724,000
» 2 »	1,340,000	1,350,000	1,345,000
» 3 »	1,005,000	997,000	1,001,000
» 4 »	875,000	881,300	878,150
» 6 »	430,300	425,500	427,900
» 7 »	203,100	205,300	204,200
» 9 »	5,800	5,200	5,500
» 10 »	0	0	0
» 12 »	0	0	0

Zu diesem Zwecke wurden wieder 250 ccm. vorher 3 mal sterilisiertes Brunnenwasser mit einer Platindrahtöse Typhuscultur von einer 5-tägigen bei Zimmertemperatur gezüchteten Gelatineröhrchencultur inficirt. Die Menge der Typhuskeime in einem ccm. betrug mehr als 2 Million. Die Temperatur des Wassers schwankte zwischen 1—2° C. Am 10. Tage waren schon alle Typhuskeime von der Platte verschwunden. Wenn wir Versuche VI und II vergleichen, so sehen wir, dass bei fast derselben Temperatur sich die Typhuskeime im sterilisirten Wasser nur zwei Tage länger hielten, als im nicht sterilisirten Wasser (wo die Concurrenz der Wasserbakterien also nicht ausgeschlossen war).

Versuch VII.
Typhusbacillen.

	1.	2.	Durchschnittszahl
Sofort	2,108,000	2,200,000	2,154,000
Nach 1 Tage	1,900,000	1,950,000	1,925,000
» 3 »	1,500,000	1,460,000	1,480,000
» 6 »	1,300,000	1,280,000	1,290,000
» 9 »	900,000	940,000	920,000
» 15 »	205,800	198,300	202,050
» 18 «	38,000	36,000	37,000
» 25 »	3,400	2,700	3,050
» 28 »	0	0	0
» 30 »	0	0	0

In diesem Versuche wurde das 3 mal vorher sterilisirte Brunnenwasser bei Zimmertemperatur (14—18° C.) aufbewahrt. Dieses Wasser (250 ccm.) wurde mit einer Platindrahtöse von einer 5-tägigen, bei Zimmertemperatur gezüchteten Gelatinröhrchencultur inficirt. Die Zahl der Typhuskeime pro ccm. ist gleich 2,154,000. Diese Zahl verminderte sich und am 25. Tage konnten nur noch 3,050 Keime gezählt werden. Die am 28. Tage untersuchten Platten wiesen keine Typhuscolonien mehr auf. Die letzteren hielten sich also 25—28 Tage. Wenn wir Versuch VII mit Versuch VI vergleichen, so sehen wir, dass sich die Typhusbacillen im sterilisirten Brunnenwasser bei einer Temperatur von 14—18°C. um circa 18 Tage länger hielten, als in demselben Wasser bei einer Temperatur von 1—2° C. Wenn wir denselben Versuch mit Versuch IV vergleichen, so sehen wir weiter,

dass die Typhuskeime sich bei derselben Temp. (14—18° C) im sterilisirten Brunnenwasser circa 20 Tage länger erhielten, als im nicht sterilisirten Brunnenwasser. Aus diesen Vergleichen ist zu sehen, welchen Einfluss die Temperatur und die Concurrenz der Wasserbakterien auf die Lebensdauer der Typhusbacillen im Wasser haben.

Ferner stellte ich Versuche mit den Typhusbacillen im destillirten Wasser an.

Versuch VIII.

Typhusbacillen.

	1.	2.	Durchschnittszahl	Bemerkung.
Sofort	unzählig	unzählig	unzählig	
Nach 1 Tg.	»	»	»	
» 2 »	450,000	460,000	455,000	
» 3 »	85,300	82,200	84,700	
» 4 »				Das Versuchswasser wurde ausgegossen.

In 250 ccm. sterilisirten destillirten Wassers wird mit einer Platindrahtöse ein Pilzrasen hineingebracht, welcher von einer 5-tägigen Gelatineröhrchencultur herstannte (bei Zimmertemperatur gezüchtet). Die durch Platten bestimmte Zahl der in dieses Wasser hineingebrachten Typhuskeime war sehr gross. Der *Erlmeyer'sche* Kolben mit dem inficirten Versuchswasser wurde auch in diesem Fall im Brunnen bei 1—2° C. gehalten. Vor der Entnahme der Probe wird der Kolben durchgeschüttelt. Am dritten Tage betrug die Zahl der Typhuscolonien 84,700. Am 4. Versuchstage wurde

aus gleichem Grunde, wie bei Versuch V. angegeben ist, das Wasser aus dem Kolben ausgegossen, und infolge dessen blieb auch dieser Versuch ohne endgültiges Resultat.

Versuch IX.

Typhusbacillen.

	1.	2.	Durchschnittszahl
Sofort	508,000	504,000	506,000
Nach 1 Tage	200,000	210,300	205,300
» 2 »	19,400	18,700	19,100
» 3 »	2,000	2,100	2,050
» 4 »	40	50	45
» 5 »	2	2	2
» 6 »	0	0	0
» 7 »	0	0	0

Hier bereitete ich wieder eine Aufschwemmung von 150 ccm. sterilisirten destillirten Wassers mit Typhusbacillen aus einer 8-tägigen schrägerstarten, bei Zimmertemperatur gezüchteten Gelatineröhrchencultur. In einem ccm. dieser Aufschwemmung befanden sich 505,000 Typhuskeime. Die Aufschwemmung hielt ich im Brunnen bei 1—2° C. Am 5. Tage fanden sich nur noch 2 Colonien, am 6. Tage waren keine mehr nachzuweisen. Wenn wir die Resultate dieses Versuches mit denen des Versuches VI. vergleichen, so sehen wir, dass bei einer und derselben Temperatur (1—2° C.) die Typhusbacillen sich im sterilisirten Brunnenwasser 4 Tage länger hielten, als im destillirten sterilisirten Wasser.

Versuch X.**Typhusbacillen.**

	1.	2.	Durchschnitts- zahl
Sofort	4,699,200	4,000,200	4,349,700
Nach 1 Tage	1,428,800	1,800,000	1,614,000
» 3 »	600,000	640,000	620,000
» 5 »	138,000	120,000	129,000
» 6 »	80,300	82,300	81,300
» 8 »	8,200	7,100	7,700
» 9 »	400	600	500
» 10 »	20	10	15
» 11 »	0	0	0
» 12 »	0	0	0

Die bereitete Aufschwemmung bestand aus 250 ccm. destillierten sterilisirten Wassers mit einer Platindrahtöse eines Typhuspilzrasens, welcher von einer 9 Tage alten, schrägerstarrten, bei Zimmertemperatur gezüchteten Gelatineröhrchencultur herstammte. Die Zahl der eingeführten Mikroorganismen war über 4 Millionen. Diese Aufschwemmung wurde bei 14—18° C. conservirt. Die Keime hielten sich in dieser Aufschwemmung 10 Tage lang. Wir sehen wieder (vergl. Versuche VII. u. X.), dass bei einer und derselben T.^o (14—18° C.) die Typhusbacillen im sterilisirten Brunnenwasser ihre Lebensfähigkeit länger behalten (ca. 15 Tage), als im sterilisirten destillierten Wasser. Aus allen meinen Versuchen mit den Typhusbacillen ist ersichtlich:

- 1) dass sich dieselben in keinem Falle, bevor die Verminderung eintrat, zunächst vermehrten, wie dieses von *Wolffhügel* u. *Riedel*, *Maschek* und anderen beobachtet worden ist, und
- 2) dass die chemische Beschaffenheit des Versuchswassers einen entschiedenen Einfluss auf die Lebensdauer der Typhusbacillen ausübte.

Eine weitere Reihe von Versuchen stellte ich mit den Cholerabacillen an.

Die Temperatur des Brunnenwassers betrug während dieser Versuche $\frac{1}{2}$ —2° C. Die Wassermenge des Brunnens schwankte zwischen 110—125 L. Die Anzahl der Wasserbakterien war 61,300 beim Versuch XI. und 74,700 beim Versuch XII. pro ccm. Unter den verschiedenen Arten, welche auf der Platte zum Vorschein kamen, waren 4 verflüssigende. Vor jeder Wasserentnahme wurde das Brunnenwasser sammt dem Bodenschlamm umgerührt. Die aus dem inficirten Versuchswasser bereiteten Gelatineplatten wurden im Thermostat bei 20—22° aufbewahrt. Die Zählung konnte ich nach 2 resp. 3 Tagen vornehmen. Bei diesen Versuchen wurde nur alkalisch reagirende Gelatine gebraucht. Die Choleracolonien hatten auf den Wasserplatten das für sie charakteristische Aussehen. Unter dem Mikroskop zeigten sie eine Abweichung von dem gewöhnlichen Aussehen der Choleracolonien. Ihre Farbe war nicht hellweiss (oder gelblich), sondern sie hatten einen mehr grünlichen Schimmer. Die charakteristische Körnung war auch nicht recht gut ausge-

sprochen. Zur Differenzirung dieser Colonien wurden sie in hängenden Tropfen und Ausstrichpraeparaten untersucht, in Stichculturen und Petri-Schälchen gezüchtet. Es stellte sich heraus, dass sie die für die Kommabacillen charakteristische Form und Wachstum hatten. In den Petri-Schälchen bekamen sie wieder ihr charakteristisches Aussehen, d. h. ihre hellweissliche Färbung und ihre charakteristische Körnung. Die Culturen (stammen aus Petersburg), welche zu diesen Versuchen benutzt wurden, waren zunächst (auch wie bei den Typhus, Staphylococcus aureus und später bei Prior-Finklerschen Culturen) auf ihre Lebensfähigkeit geprüft worden.

Versuch XI.

Komm abacillen.					Wasserbacterien.				
	1.	2.	3.	Durchschnittszahl	1.	2.	3.	Durchschnittszahl	
Sofort nach d. Entnahme	20,500	23,200	19,400	21,100	56,000	62,000	65,300	61,300	
Nach 3 Stunden	6,300	4,500	7,300	6,000	53,400	54,000	58,300	55,200	
» 7 »	4,700	3,200	3,600	3,800	55,600	59,800	59,000	58,400	
» 10 »	1,500	2,300	1,800	1,900	50,000	47,300	48,200	48,500	
» 24 »	0	0	verflüss.	0	47,300	40,400	verflüss.	48,800	
» 2 Tagen	0	0	0	0	39,000	43,500	38,300	40,300	
» 3 »	0	0	0	0	56,000	53,500	56,200	55,400	
» 4 »	0	0	0	0	—	—	—	—	

In den Brunnen wurde eine Aufschwemmung von 400 ccm. sterilisirten, destillirten Wassers mit dem Pilzrasen von 5 schrägerstarrten, 4 Tage alten bei 22° gezüchteten Agarröhrchenculturen, hineingegossen. Die Zahl der eingeführten Keime war 16 Millionen pro ccm. Die in den Brunnen hineingebrachten Cholerakeime vertheilten sich in 120 L. oder 120,000 ccm. Wasser, welches der Brunnen zu der Zeit besass, so, dass in jedem ccm. Brunnenwasser 54,000 Keime enthalten sein mussten. Die Wasserprobe, welche gleich nach der Zugabe der Cholerabacillen, genommen wurde, wies aber nur 21,000 Cholerakeime auf; wir müssen daher annehmen, dass eine grosse Anzahl von Cholerakeimen im destillirten, sterilisirten Wasser, in welchen die Aufschwemmung bereitet wurde, schon vor dem Hineingiessen in den Brunnen abgestorben waren.

(Von der Bereitung der Aufschwemmung bis zur Zugabe derselben verfloss $\frac{1}{2}$ Stunde.)

Die zweite Probe wurde nach 3 Stunden, die 3. nach 7 Stunden (siehe Tabelle) entnommen. Nach 10 Stunden waren noch 1,900 Colonien pro ccm. vorhanden, nach 24 Stunden konnten keine mehr nachgewiesen werden. Die Zahl der Wasserbakterien zeigte geringe Schwankungen. Wir konnten einen vernichtenden Einfluss der Cholerakeime auf die Wasserbakterien (wie wir es bei den Staphylococcen und Typhusbacillen gesehen haben) nicht nachweisen. Wir bemerkten auch ein Verschwinden der vorhandenen und ein Auftreten neuer Arten.

Versuch XII.

Kommabacillen.					Wasserbakterien.				
	1.	2.	3.	Durchschnittszahl	1.	2.	3.	Durchschnittszahl	Bemerkung.
Sofort nach d. Entnahme	15,300	12,500	verflüss.	13,900	78,600	70,800	verflüss.	74,700	
Nach 15 Stunden	600	300	—	450	89,500	86,600	—	82,000	
Nach 39 Std.	0	0	—	0	100,600	103,600	—	102,100	
„ 2 Tage	0	0	—	0	105,400	102,300		103,800	
„ 3 „	0	0	—	0	—	—	—	—	Die Wasserbakterien wurden nicht gezählt.

Mit 250 ccm. sterilisirten, destillirten Wassers wurde von einem Pilzrasen, welcher von 7 schrägerstarren, 6 Tage alten bei 22° gezüchteten Agarröhrchenculturen entnommen worden war, eine Aufschwemmung bereitet und in den Brunnen, wo eine Temperatur von 1—2° C. herrschte, gegossen. Die Zahl der hineingebrachten Cholerakeime war 20 Millionen in 1 ccm., so dass ich in einem ccm. Brunnenwassers 52,000 Keime voraussetzen konnte, da die Wassermenge 96 L. oder 96,000 ccm. betrug. In Wirklichkeit war die Zahl der Cholerakeime in der Probe, welche sofort nach der Zugabe entnommen wurde, jedoch nicht 52,000, sondern nur 13,900, was auf das Absterben der Cholerakeime im *Erlmeyer*-schen Kolben zurückzuführen ist, da, wie wir später sehen werden, die Cholera bacillen in destillirt. sterilis. Wasser sehr schnell absterben. Die nach 15 Stunden entnommene Probe enthielt 450 Keime im ccm.; nach 39 Stunden waren die Cholerakeime von den Platten vollständig verschwunden. Wir sehen also, dass die Lebensdauer der Cholera bacillen im Brunnen bei 1½—2° Temperatur eine sehr kurze ist. Die Zahl der Wasserbakterien war 74,700 im ccm. während der Zugabe, also viel grösser als beim ersten Versuche; dieser Befund dürfte darin seine Erklärung finden, dass nach dem ersten Versuche mit den Cholerakeimen der Brunnen nicht ausgepumpt worden war, und infolge dessen sich die Wasserbakterien durch Stagnation des Wassers vermehrt hatten. Eine schädigende Wirkung der Cholerakeime auf die Wasserbakterien konnte auch bei diesem Versuche nicht beobachtet werden.

Versuch XIII. K o m m a b a c i l l e n.

	1.	2.	Durchschnitts- zahl
Sofort	1,560,000	1,400,000	1,480,000
Nach 1 Tage	400,300	405,600	402,900
» 2 »	15,400	12,200	13,300
» 3 »	800	400	600
» 4 »	20	60	40
» 5 »	0	0	0
» 6 »	0	0	0

Ich bereitete eine Aufschwemmung von 250 ccm. Brunnenwassers, welches vorher 3 mal sterilisirt worden war, mit einer Platindrahtöse eines Pilzrasens, welcher von einer 6-tägigen Agarröhrchencultur stammte. Im ccm. dieser Aufschwemmung zählte ich fast 1½ Millionen Cholerakeime. Der *Erlmeyer*-sche Kolben mit dieser Aufschwemmung gefüllt wurde in den Brunnen hineingelassen und dort aufbewahrt. Die Temperatur des Brunnens betrug 1—2° C. Vor jeder Probeentnahme wurde der Kolben durchgeschüttelt, ebenso wie wir es bei dem Typhus gemacht hatten. Am 5. Tage verschwanden die Cholerakeime von den Platten.

Versuch XIV. (Wiederholung des Versuches XIII.) K o m m a b a c i l l e n.

	1.	2.	Durchschnitts- zahl
Sofort	850,000	870,000	860,000
Nach 1 Tage	105,300	101,200	103,200
» 2 »	1,100	1,300	1,200
» 3 »	60	80	70
» 4 »	0	0	0
» 5 »	0	0	0
» 6 »	0	0	0

Die Aufschwemmung, welche aus 250 ccm. sterilisirten Brunnenwassers und einer Platindrahtöse eines Pilzrasens von einer 8-tägigen bei 22° gezüchteten Agarcultur bestand, enthielt im ccm. 860,000 Keime. Am 4. Tage konnten keine Colonien ermittelt werden. Wenn wir die Resultate dieser beiden Versuche mit denen der Versuche XI und XII vergleichen, so sehen wir, dass im sterilisirten Brunnenwasser bei einer und derselben Temperatur (1—2° C.) die Cholera-keime sich länger (um 3—4 Tage) hielten als im nicht sterilisirten Brunnenwasser.

Versuch XV.

K o m m a b a c i l l e n.

	1.	2.	Durchschnitts- zahl
Sofort	1,800,000	1,600,000	1,700,000
Nach 1 Tage	1,250,000	1,300,000	1,270,000
» 2 »	805,000	803,000	804,000
» 5 »	290,000	310,100	300,000
» 7 »	160,000	155,200	157,600
» 9 »	30,000	27,800	28,900
» 10 »	2,500	3,100	2,800
» 11 »	800	600	700
» 12 »	0	0	0
» 13 »	0	0	0

Es wurde aus 250 ccm. sterilis. Brunnenwassers mit einer Platindrahtöse eines Pilzrasens von einer 2 Tage alten bei 22° gezüchteten Gelatineculturbereitung eine Aufschwemmung bereitet. Diese Aufschwemmung wurde bei 14—18° C. im Zimmer aufbewahrt. Die Zahl der hineingebrachten Cho-

lerakeime betrug 1,700,000 ccm. Nach 11 Tagen war deren Zahl nur 700 pro ccm., nach 12 Tagen verschwanden sie. Dieser Versuch wurde von mir wiederholt, doch verzichtete ich auf eine quantitative Bestimmung der Cholera-keime, und berücksichtigte nur die Lebensdauer der Keime im sterilisirten Brunnenwasser. Es stellte sich heraus, dass sie erst am 14. Tage verschwanden. Wir sehen also beim Vergleich der Resultate der Versuche XIII und XIV mit den Resultaten dieser Versuche, dass die Cholera-keime in demselben Wasser (sterilis. Brunnenwasser) bei einer Temperatur von 14—18° C. sich viel länger hielten (fast um 10 Tage) als bei 1—2° C. Wir entnehmen aus diesen Versuchen die verschiedene Wirkung der höheren und niedrigeren Temperatur.

Versuche XVI. u. XVII.

Zum Zweck dieser Versuche nahm ich 250 ccm. sterilisirten destillirten Wassers und inficirte dasselbe mit einer grossen Zahl von Cholera-keimen. Dieses Versuchswasser hielt ich im Brunnen bei T.° 1—2° C. Nach 24 Stunden waren die Cholera-keime vollständig verschwunden. Wir sehen (Versuch XIII. u. XIV.), dass bei einer und derselben Temperatur (1—2° C.) die Cholera-keime im sterilisirten Brunnenwasser sich 3 Tage länger hielten als im sterilisirten destillirten Wasser.

Versuche XVIII. u. XIX.

Bei diesen Versuchen hielt ich das mit einer grossen Zahl von Cholera-bacillen inficirte destillirt. sterilis. Wasser bei 14—18° C. Schon nach 13 Stunden war von den Kommabacillen nichts mehr nachzuweisen. Sie leben also im

destill. sterilis. Wasser nur eine ganz kurze Zeit (einige Stunden), was schon durch andere Autoren (*Babes*, *Hochstetter* u. And.) bewiesen ist. Aus diesen Versuchen ist wiederum zu entnehmen, dass bei einer und derselben T.^o (14—18° C.) die Cholera-bacillen sich im sterilisirten Brunnenwasser (also von den organischen und anorganischen Bestandtheilen nicht befreites Wasser) länger hielten (11 Tage) als im sterilisirten destillirten Wasser. Wenn wir die Resultate der mit Cholera-bacillen angestellten Versuche zusammenfassen, so sehen wir,

- 1) dass vor dem Absterben eine Vermehrung nicht stattfindet d. h. die Verminderung dieser Bacillen beginnt schon gleich nach der Zugabe und hält bis zum völligen Verschwinden an, und
- 2) dass das chemische Verhalten des Wassers einen Einfluss auf die Lebensdauer der Kommabacillen ausübt.

Versuch XX.

Die Cultur der Finkler-Priorschen Bacillen stammt aus Petersburg.

Finklerpriorsche Bacil. Wasserbakterien.

	1.	2.	Durchschnittszahl	1.	2.	Durchschnittszahl
sof. n. d. Entn.	103,200	102,300	102,800	215,000	205,000	210,000
N. 1 Tg.	50,600	54,200	52,400	215,400	210,300	212,900
» 2 »	10,200	8,700	9,400	204,300	208,500	206,400
» 3 »	1,200	1,600	1,400	213,300	210,280	211,700
» 4 »	0	0	0	211,600	214,000	212,800
» 5 »	0	0	0	225,300	222,400	223,800

Der Brunnen blieb lange nicht ausgepumpt, so dass die Zahl der Wasserbakterien pro ccm. bis zu 210,000 stieg. Unter den verschiedenen Arten konnte ich wieder das Auf-

treten der kleinen blauen Colonien, welche eine zeitlang verschwunden waren, wahrnehmen. Die Wassermenge war 105 L. Die T.^o 1—2° C. Die bereitete Aufschwemmung bestand aus 250 ccm. sterilis. destillirt. Wassers mit einem Pilzrasen, welcher von 6 schrägerstarnten, bei Zimmertemperatur gezüchteten, 5 Tage alten Agarröhrchenculturen entnommen wurde. Die Zahl der eingeführten Finklerpriorschen Bacillen betraf 43 Millionen pro ccm. Am 4. Tage war schon von den Finklerpriorschen Bacillen nichts wahrzunehmen. Auf die Wasserbakterien hatten sie keinen Einfluss.

Fassen wir alle unsere Resultate zusammen, so können wir folgenden Schluss ziehen.

- 1) Die pathogenen Arten (mit welchen ich experimentirt habe) sind im Stande im Brunnenwasser eine kürzere oder längere Zeit zu verweilen (und demnach selbstverständlich eine Infection durch das Trinken des inficirten Wassers hervorzurufen).
- 2) Die Typhusbacillen sind widerstandsfähiger gegen niedrigere Temperaturen des Wassers, als die Cholera-bacillen. Diese verschiedene Eigenschaft dieser Bacillen ist vielleicht eine der Ursachen, warum die Typhusepidemien auch im Winter herrschen, während Choleraepidemien im Winter viel seltener auftreten.
- 3) Das gekochte Wasser, wenn es auch gleich nach dem Kochen frei von Bakterien ist, kann beim längeren Stehen sich wieder inficiren und da die Typhus- u. Cholera-bacillen auch in solchem Wasser einige Zeit sich zu halten im Stande sind, so kann dieses Wasser auch als infectionsfähig angesehen werden.

Thesen.

1. Beim Auftreten der ersten auf Cholera verdächtigen Erscheinungen ist die Anwendung des Salols am zweckmässigsten.
 2. Die innerliche Darreichung von Carbolsäure bei Typhus bringt keinen Nutzen.
 3. Der Verbreitung der Cholera im Winter ist durch die kurze Lebensdauer der Cholerabacillen im kalten Wasser eine Einschränkung gestellt.
 4. Bei Psoriasis ist der Gebrauch von Arsen für die Heilung oft ausreichend.
 5. Für Zwecke der Wundbehandlung ist nur das aus destillirtem Wasser bereitete Kunsteis zu verwenden.
 6. Die Einrichtung eines Badehauses für die Zwecke einer Kaltwassercur ist wünschenswerth.
-